

# **Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)**

International application number: PCT/JP04/018888

International filing date: 17 December 2004 (17.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2003-425734  
Filing date: 22 December 2003 (22.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 03 March 2005 (03.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

14.01.2005

日本特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年12月22日  
Date of Application:

出願番号 特願2003-425734  
Application Number:

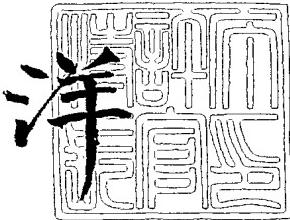
[ST. 10/C] : [JP2003-425734]

出願人 旭化成エレクトロニクス株式会社  
Applicant(s):

2005年 2月 18 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小川



出証番号 出証特2005-3012079

【書類名】 特許願  
【整理番号】 X1031478  
【提出日】 平成15年12月22日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 G01C 17/32  
【発明者】  
【住所又は居所】 神奈川県厚木市岡田3050番地 旭化成エレクトロニクス株式会社内  
【氏名】 安田 浩一  
【発明者】  
【住所又は居所】 神奈川県厚木市岡田3050番地 旭化成エレクトロニクス株式会社内  
【氏名】 北村 徹  
【発明者】  
【住所又は居所】 神奈川県厚木市岡田3050番地 旭化成エレクトロニクス株式会社内  
【氏名】 山下 昌哉  
【特許出願人】  
【識別番号】 303046277  
【氏名又は名称】 旭化成エレクトロニクス株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100077481  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 谷 義一  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 013424  
【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 0315207

**【書類名】特許請求の範囲****【請求項 1】**

地磁気を検出する3軸の地磁気検出手段と、

前記地磁気検出手段の向きが3次元空間において変化した時の前記地磁気検出手段からの3軸出力データを所定回数以上繰り返して取得する出力データ取得手段と、

前記3軸出力データを各軸方向成分とする3次元座標上において、前記出力データ取得手段によって得られた3軸出力データ群からの距離のばらつきが最小になるような位置の座標を統計的手法によって推定し基準点とする基準点推定手段と、

前記基準点推定手段によって得られた基準点の座標に基づいて、前記地磁気検出手段の出力データに対するオフセット情報を算出するオフセット情報算出手段と、

前記出力データ取得手段によって得られた出力データ群が特定の平面近傍に分布しているかどうかを判断する平面判断手段とを備え、

前記平面判断手段により前記出力データ群が前記特定の平面近傍に分布していると判断された場合は、前記基準点推定手段による基準点の座標の推定を行わないか、前記基準点推定手段により推定された基準点の座標を破棄することを特徴とする方位角計測装置。

**【請求項 2】**

請求項1において、

前記平面判断手段は、前記基準点を未知数とする連立一次方程式の係数項からなる行列が特異行列若しくは特異行列に近い行列になっているかどうかで前記判断を行うことを特徴とする方位角計測装置。

**【請求項 3】**

請求項1において、

前記平面判断手段は、前記特定の平面を前記出力データ取得手段によって得られた出力データ群から推定し、前記出力データ群と前記特定の平面との相関を算出し、前記相関が所定値より大きいかどうかで前記判断を行うことを特徴とする方位角計測装置。

**【請求項 4】**

請求項1ないし3のいずれかにおいて、

前記平面判断手段により前記出力データ群が特定の平面近傍に分布していると判断される場合は警報を表示する警報表示手段をさらに備えることを特徴とする方位角計測装置。

**【請求項 5】**

地磁気を検出する3軸の地磁気検出手段と、

前記地磁気検出手段の向きが3次元空間において変化した時の前記地磁気検出手段からの3軸出力データを所定回数以上繰り返して取得する出力データ取得手段と、

前記3軸出力データを各軸方向成分とする3次元座標上において、前記出力データ取得手段によって得られた3軸出力データ群からの距離のばらつきが最小になるような位置の座標を統計的手法によって推定し基準点とする基準点推定手段と、

前記基準点推定手段によって得られた基準点の座標に基づいて、前記地磁気検出手段の出力データに対するオフセット情報を算出するオフセット情報算出手段と、

前記出力データ取得手段によって得られた3軸出力データ群が特定の平面近傍に分布しているかどうかを判断する平面判断手段と、

前記特定の平面を前記出力データ取得手段によって得られた出力データ群から推定し基準平面とする平面推定手段と、

前記平面推定手段によって得られた基準平面上において、前記出力データ取得手段によって得られた3軸出力データ群を前記基準平面に投影した投影点群からの距離のばらつきが最小になるような位置の座標を統計的手法によって推定し仮基準点とする仮基準点推定手段と、

前記仮基準点推定手段によって得られた仮基準点を補正し基準点とする基準点補正手段とを備え、

前記平面判断手段により前記出力データ群が前記特定の平面近傍に分布していると判断された場合は、前記平面推定手段により前記基準平面を推定し、前記仮基準点推定手段に

より仮基準点を推定し、前記基準点補正手段により基準点を算出し、前記オフセット情報算出手段は前記基準点補正手段によって算出された基準点の座標に基づいて前記地磁気検出手手段の出力データに対するオフセット情報を算出することを特徴とする方位角計測装置。

#### 【請求項 6】

請求項 5において、

前記平面判断手段は、前記基準点を未知数とする連立一次方程式の係数項からなる行列が特異行列若しくは特異行列に近い行列になっているかどうかで前記判断を行うことを特徴とする方位角計測装置。

#### 【請求項 7】

請求項 5において、

前記平面判断手段は、前記特定の平面を前記出力データ取得手段によって得られた出力データ群から推定し、前記出力データ群と前記特定の平面との相関を算出し、前記相関が所定値より大きいかどうかで前記判断を行うことを特徴とする方位角計測装置。

#### 【請求項 8】

請求項 5ないし 7のいずれかにおいて、

前記平面判断手段により前記出力データ群が特定の平面近傍に分布していると判断される場合は警報を表示する警報表示手段をさらに備えることを特徴とする方位角計測装置。

#### 【請求項 9】

地磁気を検出する 3 軸の地磁気検出手手段と、

前記地磁気検出手手段の向きが 3 次元空間において変化した時の前記地磁気検出手手段からの 3 軸出力データを所定回数以上繰り返して取得する出力データ取得手段と、

前記 3 軸出力データを各軸方向成分とする 3 次元座標上において、前記出力データ取得手段によって得られた 3 軸出力データ群が近傍に位置するような平面を推定し基準平面とする平面推定手段と、

前記平面推定手段によって得られた基準平面上において、前記出力データ取得手段によって得られた 3 軸出力データ群を前記基準平面に投影した投影点群からの距離のばらつきが最小になるような位置の座標を統計的手法によって推定し仮基準点とする仮基準点推定手段と、

前記仮基準点推定手段によって得られた仮基準点を補正し基準点とする基準点補正手段と、

前記基準点補正手段によって得られた基準点の座標に基づいて、前記地磁気検出手手段の出力データに対するオフセット情報を算出するオフセット情報算出手段とを備えることを特徴とする方位角計測装置。

#### 【請求項 10】

請求項 5ないし 9のいずれかにおいて、

前記基準点補正手段は、前記仮基準点を通って前記基準平面に垂直な直線上で、以前に推定された基準点に最も近い位置を前記基準点とすることを特徴とする方位角計測装置。

#### 【請求項 11】

請求項 5ないし 9のいずれかにおいて、

前記基準点補正手段は、前記投影点群から前記仮基準点までの距離の代表値を統計的手法によって推定し、前記仮基準点を中心とし前記距離の代表値を半径とする前記基準平面上の円周からの距離が所定値に等しくなるような位置を前記基準点とすることを特徴とする方位角計測装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】方位角計測装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、地磁気検出方式による方位角計測装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

地磁気を検知して方位角を得る方位角計測装置が、携帯電話でのナビゲーション用途などに使われている。このような方位角計測装置においては、磁気センサが検知する地磁気以外の環境磁界に起因する信号出力や、無信号入力時の信号処理回路の出力分であるオフセット分を差し引いて方位角を求めないと、誤った方位を示してしまうことはよく知られている。

【0003】

オフセット分を求める方法としては、特許文献1で開示されるような、方位角計測装置を水平に一周してその最大・最小の点をもとめ、その中点をオフセットの点として求めるものや、特許文献2で開示されるように、方位角計測装置を直交する任意の3点に向けて取得した地磁気情報から方位計を一回転させたときの出力軌跡の方程式を求め、オフセット分を計算する、などの方法が知られている。さらに、方位角計測装置の向きが3次元空間上で任意に変化している時に取得した地磁気データからオフセット情報を算出する方法がある（上述の方法を、国際出願第JP03/08293号明細書に見出すことができ、ここでそれを参考することにより本明細書に組込む）。

【0004】

図3は、方位角計測装置においてオフセット情報を取得する方法の概念を説明する図である。この方法は、国際出願第JP03/08293号明細書に開示されている。

図3において、方位角計測装置1の向きを3次元空間において任意に変化させ、その間にx軸地磁気測定データS<sub>x</sub>、y軸地磁気測定データS<sub>y</sub>およびz軸地磁気測定データS<sub>z</sub>を所定のデータ取得数Nまで繰り返し取得する。なお、S<sub>x</sub>、S<sub>y</sub>、S<sub>z</sub>は以後特に断りの無い限り、感度補正計算部17によって感度補正された地磁気計測データを指すものとする。

【0005】

そして、繰り返し取得されたS<sub>x</sub>、S<sub>y</sub>、S<sub>z</sub>の個々のデータをそれぞれP<sub>1</sub>（S<sub>1x</sub>、S<sub>1y</sub>、S<sub>1z</sub>）、P<sub>2</sub>（S<sub>2x</sub>、S<sub>2y</sub>、S<sub>2z</sub>）、P<sub>3</sub>（S<sub>3x</sub>、S<sub>3y</sub>、S<sub>3z</sub>）,…とし、図3に示すように、S<sub>x</sub>、S<sub>y</sub>、S<sub>z</sub>の値を各軸の方向成分とする3次元空間上に配置する。

【0006】

ここで、S<sub>x</sub>、S<sub>y</sub>、S<sub>z</sub>は次式で表すことができる。

$$S_x = a \cdot M_x + C_x \quad (1)$$

$$S_y = a \cdot M_y + C_y \quad (2)$$

$$S_z = a \cdot M_z + C_z \quad (3)$$

ただし、aはx軸ホール素子HEx、y軸ホール素子HEYおよびz軸ホール素子HEzの感度補正後の感度、Cx、CyおよびCzはそれぞれSx、SyおよびSzのオフセットである。

【0007】

一方、M<sub>x</sub>、M<sub>y</sub>、M<sub>z</sub>とMの関係は次の通りである。

【0008】

【数1】

$$M = \sqrt{M_x^2 + M_y^2 + M_z^2} \quad (4)$$

【0009】

そこで、

## 【0010】

## 【数2】

$$r = a \sqrt{M_x^2 + M_y^2 + M_z^2} \quad (5)$$

## 【0011】

とおけば、次式が導出される。

$$(S_x - C_x)^2 + (S_y - C_y)^2 + (S_z - C_z)^2 = r^2 \quad (6)$$

すなわち、 $(S_x, S_y, S_z)$  は必ず基準点OP ( $C_x, C_y, C_z$ ) から一定の距離  $r$  を置いて位置することになる。

## 【0012】

従って、P1 ( $S_{1x}, S_{1y}, S_{1z}$ ) , P2 ( $S_{2x}, S_{2y}, S_{2z}$ ) , P3 ( $S_{3x}, S_{3y}, S_{3z}$ ) , …のいずれからも等しい距離にある点を計算することによって基準点OPを推定することができ、その座標値からオフセット  $C_x, C_y$  および  $C_z$  を得ることができる。

## 【0013】

基準点OPの推定には種々の計算方法があるが、実際に取得される  $S_x, S_y, S_z$  は0.01mTオーダーの非常に微弱な地磁気の測定データであり相当のノイズが重畠しているので、データ取得数Nをなるべく多くして統計的手法を用いて計算するのが望ましい。そこで例えば、国際出願第JP03/08293号明細書に記載の方法によれば、次式に示すような  $C_x, C_y, C_z$  に関する連立一次方程式の解を計算することにより計算時間の増大を抑えつつ精度良く基準点OPを推定することができる。

## 【0014】

## 【数3】

$$\begin{bmatrix} \sum Si_x \left( Si_x - \overline{S_x} \right) & \sum Si_y \left( Si_x - \overline{S_x} \right) & \sum Si_z \left( Si_x - \overline{S_x} \right) \\ \sum Si_x \left( Si_y - \overline{S_y} \right) & \sum Si_y \left( Si_y - \overline{S_y} \right) & \sum Si_z \left( Si_y - \overline{S_y} \right) \\ \sum Si_x \left( Si_z - \overline{S_z} \right) & \sum Si_y \left( Si_z - \overline{S_z} \right) & \sum Si_z \left( Si_z - \overline{S_z} \right) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_x \\ C_y \\ C_z \end{bmatrix} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \sum (Si_x^2 + Si_y^2 + Si_z^2) \left( Si_x - \overline{S_x} \right) \\ \sum (Si_x^2 + Si_y^2 + Si_z^2) \left( Si_y - \overline{S_y} \right) \\ \sum (Si_x^2 + Si_y^2 + Si_z^2) \left( Si_z - \overline{S_z} \right) \end{bmatrix} \quad (7)$$

## 【0015】

ただし、

## 【0016】

## 【数4】

$$\overline{S_x} = \frac{1}{N} \sum Si_x \quad (8)$$

## 【0017】

## 【数5】

$$\overline{S_y} = \frac{1}{N} \sum Si_y \quad (9)$$

## 【0018】

## 【数6】

$$\overline{S_z} = \frac{1}{N} \sum Si_z \quad (10)$$

## 【0019】

図4は、方位角計測装置においてオフセット情報を取得する方法を示すフローチャートである。この方法は、国際出願第JP03/08293号明細書に開示されている。

#### 【0020】

図4において、データバッファ部18は、地磁気測定データSx, Sy, Szを取得しバッファに入れる。(ステップS1)

次に、データバッファ部18に保持されている地磁気測定データSx, Sy, Szが、所定のデータ取得数Nに達しているかを判断する。(ステップS2)

データバッファ部18に保持されている地磁気測定データSx, Sy, Szが所定のデータ取得数Nに達していない場合は、ステップS1に戻る。

#### 【0021】

一方、データバッファ部18に保持されている地磁気測定データSx, Sy, Szが所定のデータ取得数Nに達している場合は、データ処理部19は、データバッファ部18から地磁気測定データSx, Sy, Szを所定のデータ取得数Nだけ読み出し、個々のデータP1(S1x, S1y, S1z), P2(S2x, S2y, S2z), P3(S3x, S3y, S3z), …からの距離のばらつきが最小になるような基準点OPの座標Cx, Cy, Czを推定する。(ステップS3)

そして、基準点OPの座標Cx, Cy, Czを地磁気測定データSx, Sy, Szのオフセットとしてオフセット情報記憶部20に記憶させる。(ステップS4)

#### 【0022】

【特許文献1】米国特許第1,422,942号明細書

【特許文献2】特開2000-131068号公報

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0023】

しかしながら、国際出願第JP03/08293号明細書に開示されているオフセット情報取得方法では、データ取得期間中に方位角計測装置の向きが任意に変化せず、図5に示すように特定方向の軸Wに対する姿勢を一定に保ったまま変化した場合、個々のデータP1(S1x, S1y, S1z), P2(S2x, S2y, S2z), P3(S3x, S3y, S3z), …は図6に示すように、中心を基準点OP、半径を距離rとする球面Sと、特定の平面Pとの交差によって成す円周C上に分布する。このため、上式(7)の解が計算不能になるか、計算誤差が非常に大きくなり誤った解を計算する欠点があった。

本発明は、以上のような問題を解消した方位角計測装置を提供することを目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0024】

このような目的を達成するために、請求項1記載の発明は、地磁気を検出する3軸の地磁気検出手段と、前記地磁気検出手段の向きが3次元空間において変化した時の前記地磁気検出手段からの3軸出力データを所定回数以上繰り返して取得する出力データ取得手段と、前記3軸出力データを各軸方向成分とする3次元座標上において、前記出力データ取得手段によって得られた3軸出力データ群からの距離のばらつきが最小になるような位置の座標を統計的手法によって推定し基準点とする基準点推定手段と、前記基準点推定手段によって得られた基準点の座標に基づいて、前記地磁気検出手段の出力データに対するオフセット情報を算出するオフセット情報算出手段と、前記出力データ取得手段によって得られた出力データ群が特定の平面近傍に分布しているかどうかを判断する平面判断手段とを備え、前記平面判断手段により前記出力データ群が前記特定の平面近傍に分布していると判断された場合は、前記基準点推定手段による基準点の座標の推定を行わないか、前記基準点推定手段により推定された基準点の座標を破棄することを特徴とする。

#### 【0025】

請求項2記載の発明は、請求項1において、前記平面判断手段は、前記基準点を未知数とする連立一次方程式の係数項からなる行列が特異行列若しくは特異行列に近い行列になっているかどうかで前記判断を行うことを特徴とする。

**【0026】**

請求項3記載の発明は、請求項1において、前記平面判断手段は、前記特定の平面を前記出力データ取得手段によって得られた出力データ群から推定し、前記出力データ群と前記特定の平面との相関を算出し、前記相関が所定値より大きいかどうかで前記判断を行うことを特徴とする。

**【0027】**

請求項4記載の発明は、請求項1ないし3のいずれかにおいて、前記平面判断手段により前記出力データ群が特定の平面近傍に分布していると判断される場合は警報を表示する警報表示手段をさらに備えることを特徴とする。

**【0028】**

請求項5記載の発明は、地磁気を検出する3軸の地磁気検出手段と、前記地磁気検出手段の向きが3次元空間において変化した時の前記地磁気検出手段からの3軸出力データを所定回数以上繰り返して取得する出力データ取得手段と、前記3軸出力データを各軸方向成分とする3次元座標上において、前記出力データ取得手段によって得られた3軸出力データ群からの距離のばらつきが最小になるような位置の座標を統計的手法によって推定し基準点とする基準点推定手段と、前記基準点推定手段によって得られた基準点の座標に基づいて、前記地磁気検出手段の出力データに対するオフセット情報を算出するオフセット情報算出手段と、前記出力データ取得手段によって得られた3軸出力データ群が特定の平面近傍に分布しているかどうかを判断する平面判断手段と、前記特定の平面を前記出力データ取得手段によって得られた出力データ群から推定し基準平面とする平面推定手段と、前記平面推定手段によって得られた基準平面上において、前記出力データ取得手段によって得られた3軸出力データ群を前記基準平面上に投影した投影点群からの距離のばらつきが最小になるような位置の座標を統計的手法によって推定し仮基準点とする仮基準点推定手段と、前記仮基準点推定手段によって得られた仮基準点を補正し基準点とする基準点補正手段と、前記平面判断手段により前記出力データ群が前記特定の平面近傍に分布していると判断された場合は、前記平面推定手段により前記基準平面を推定し、前記仮基準点推定手段により仮基準点を推定し、前記基準点補正手段により基準点を算出し、前記オフセット情報算出手段は前記基準点補正手段によって算出された基準点の座標に基づいて前記地磁気検出手段の出力データに対するオフセット情報を算出することを特徴とする。

**【0029】**

請求項6記載の発明は、請求項5において、前記平面判断手段は、前記基準点を未知数とする連立一次方程式の係数項からなる行列が特異行列若しくは特異行列に近い行列になっているかどうかで前記判断を行うことを特徴とする。

**【0030】**

請求項7記載の発明は、請求項5において、前記平面判断手段は、前記特定の平面を前記出力データ取得手段によって得られた出力データ群から推定し、前記出力データ群と前記特定の平面との相関を算出し、前記相関が所定値より大きいかどうかで前記判断を行うことを特徴とする。

**【0031】**

請求項8記載の発明は、請求項5ないし7のいずれかにおいて、前記平面判断手段により前記出力データ群が特定の平面近傍に分布していると判断される場合は警報を表示する警報表示手段をさらに備えることを特徴とする。

**【0032】**

請求項9記載の発明は、地磁気を検出する3軸の地磁気検出手段と、前記地磁気検出手段の向きが3次元空間において変化した時の前記地磁気検出手段からの3軸出力データを所定回数以上繰り返して取得する出力データ取得手段と、前記3軸出力データを各軸方向成分とする3次元座標上において、前記出力データ取得手段によって得られた3軸出力データ群が近傍に位置するような平面を推定し基準平面とする平面推定手段と、前記平面推定手段によって得られた基準平面上において、前記出力データ取得手段によって得られた3軸出力データ群を前記基準平面上に投影した投影点群からの距離のばらつきが最小になる

ような位置の座標を統計的手法によって推定し仮基準点とする仮基準点推定手段と、前記仮基準点推定手段によって得られた仮基準点を補正し基準点とする基準点補正手段と、前記基準点補正手段によって得られた基準点の座標に基づいて、前記地磁気検出手段の出力データに対するオフセット情報を算出するオフセット情報算出手段とを備えることを特徴とする。

### 【0033】

請求項10記載の発明は、請求項5ないし9のいずれかにおいて、前記基準点補正手段は、前記仮基準点を通って前記基準平面に垂直な直線上で、以前に推定された基準点に最も近い位置を前記基準点とすることを特徴とする。

### 【0034】

請求項11記載の発明は、請求項5ないし9のいずれかにおいて、前記基準点補正手段は、前記投影点群から前記仮基準点までの距離の代表値を統計的手法によって推定し、前記仮基準点を中心とし前記距離の代表値を半径とする前記基準平面上の円周からの距離が所定値に等しくなるような位置を前記基準点とすることを特徴とする。

### 【発明の効果】

### 【0035】

本発明によれば、データ取得期間中に方位角計測装置の向きが任意に変化せず、特定方向の軸に対する姿勢を一定に保ったまま変化した場合に誤ったオフセット情報を取得してしまう問題を防ぐことができ、さらに、方位角計測装置の向きが任意に変化した場合に相当するオフセット情報を得ることができる。

### 【発明を実施するための最良の形態】

### 【0036】

以下、図面を参照して本発明の実施形態を詳細に説明する。

図1は、方位角計測装置における磁気センサの取付構造を示す透視図である。

図1において、座標軸x, y, zは方位角計測装置1に基づくものであり、x軸は方位角計測装置1の縦方向に、y軸は方位計測装置1の横方向に、そしてz軸は方位角計測装置1の厚さ方向にそれぞれ平行である。方位角計測装置1にはx軸磁気センサHE<sub>x</sub>、y軸磁気センサHE<sub>y</sub>およびz軸磁気センサHE<sub>z</sub>が設けられ、x軸磁気センサHE<sub>x</sub>は地磁気Mのx方向成分M<sub>x</sub>を、y軸磁気センサHE<sub>y</sub>は地磁気Mのy方向成分M<sub>y</sub>を、そしてz軸磁気センサHE<sub>z</sub>は地磁気Mのz方向成分M<sub>z</sub>をそれぞれ検出するよう方向を定めて配置される。

### 【0037】

図2は、以下の各実施形態に共通の方位角計測装置の構成を示すブロック図である。

図2において、方位角計測装置1には、3軸磁気センサ11、磁気センサ駆動電源部12、マルチプレクサ部13、增幅部14、A/D変換部15、感度補正情報記憶部16、感度補正計算部17、データバッファ部18、データ処理部19、オフセット情報記憶部20、オフセット補正部21および方位角計算部22が設けられている。

### 【0038】

3軸磁気センサ11には、x軸磁気センサHE<sub>x</sub>、y軸磁気センサHE<sub>y</sub>およびz軸磁気センサHE<sub>z</sub>が設けられており、それぞれ地磁気Mのx方向成分M<sub>x</sub>、y方向成分M<sub>y</sub>およびz方向成分M<sub>z</sub>を検出したセンサ信号を出力するようになっている。

### 【0039】

磁気センサ駆動電源部12は、x軸磁気センサHE<sub>x</sub>、y軸磁気センサHE<sub>y</sub>およびz軸磁気センサHE<sub>z</sub>の動作に必要な駆動電圧を出力するようになっている。

### 【0040】

マルチプレクサ部13は、x軸磁気センサHE<sub>x</sub>、y軸磁気センサHE<sub>y</sub>およびz軸磁気センサHE<sub>z</sub>を切り換えるためのもので、磁気センサ駆動電源部12の出力電圧をx軸磁気センサHE<sub>x</sub>、y軸磁気センサHE<sub>y</sub>およびz軸磁気センサHE<sub>z</sub>に時分割で印加し、x軸磁気センサHE<sub>x</sub>、y軸磁気センサHE<sub>y</sub>およびz軸磁気センサHE<sub>z</sub>から出力されたセンサ信号を順次出力するようになっている。増幅部14は、マルチプレクサ部13

から出力されたセンサ信号を順次増幅する。A/D変換部15は、増幅部14によって増幅されたセンサ信号を順次A/D変換し、x軸地磁気測定データ、y軸地磁気測定データおよびz軸地磁気測定データとして順次出力する。

#### 【0041】

感度補正情報記憶部16は、所定の感度補正情報を記憶する。感度補正計算部17は、感度補正情報記憶部16に記憶されている感度補正情報に基づいて、A/D変換部15から出力された地磁気計測データの感度補正を行う。

#### 【0042】

データバッファ部18は、感度補正計算部17によって感度補正され、オフセット情報算出に用いる地磁気計測データを所定数保持する。

#### 【0043】

符号19はデータ処理部であって、データバッファ部18内のデータに基づいて、以下に詳述する各処理を行う。ここで行われる各処理は、ROM内に格納された所定のプログラム（例えば、図8、12および15に示す如き制御手順を含む）をCPUが実行することによって達成される。RAMはCPUの作業領域を提供する。CPU、ROM、RAMは、符号16～18および20～22で示す構成要素が実行する機能も達成するように構成することができる。データ処理部19は、データバッファ部18に保持された地磁気計測データを読み出し、後述するような処理を実行してオフセット情報を算出する。

#### 【0044】

オフセット情報記憶部20は、データ処理部19から出力されたオフセット情報を記憶する。

#### 【0045】

オフセット補正部21は、オフセット情報記憶部20に記憶されているオフセット情報をに基づいて、感度補正計算部17によって感度補正された地磁気計測データのオフセットを補正する。

#### 【0046】

方位角計算部22は、オフセット補正部21によってオフセット補正を受けた地磁気計測データに基づいて方位角を算出するようになっている。

#### 【0047】

（第1の実施形態）

図7は、本発明の第1実施形態において誤ったオフセット情報の取得を回避する方法の概念を説明する図である。

図7において、方位角計測装置1の向きを変化させ、その間にx軸地磁気測定データS<sub>x</sub>、y軸地磁気測定データS<sub>y</sub>およびz軸地磁気測定データS<sub>z</sub>を所定のデータ取得数Nまで繰り返し取得する。方位角計測装置1の向きは任意に変化しているのが望ましいが、図5に示すように特定方向の軸Wに対する姿勢を一定に保ったまま変化する場合もあると仮定する。

#### 【0048】

そして、繰り返し取得されたS<sub>x</sub>、S<sub>y</sub>、S<sub>z</sub>の個々のデータをそれぞれP<sub>1</sub> (S<sub>1x</sub>, S<sub>1y</sub>, S<sub>1z</sub>)、P<sub>2</sub> (S<sub>2x</sub>, S<sub>2y</sub>, S<sub>2z</sub>)、P<sub>3</sub> (S<sub>3x</sub>, S<sub>3y</sub>, S<sub>3z</sub>)、…とし、図7に示すように、S<sub>x</sub>、S<sub>y</sub>、S<sub>z</sub>の値を各軸の方向成分とする3次元空間上に配置する。

#### 【0049】

次に、方位角計測装置1の向きが特定方向の軸Wに対する姿勢を一定に保ったまま変化したためにP<sub>1</sub> (S<sub>1x</sub>, S<sub>1y</sub>, S<sub>1z</sub>)、P<sub>2</sub> (S<sub>2x</sub>, S<sub>2y</sub>, S<sub>2z</sub>)、P<sub>3</sub> (S<sub>3x</sub>, S<sub>3y</sub>, S<sub>3z</sub>)、…が特定の平面Pの近傍に分布しているかどうか判断する。判断方法としては、上式(7)のC<sub>x</sub>、C<sub>y</sub>、C<sub>z</sub>に関する連立一次方程式における係数項からなる行列

#### 【0050】

## 【数7】

$$A = \begin{bmatrix} \sum Si_x \left( Si_x - \bar{S}_x \right) & \sum Si_y \left( Si_x - \bar{S}_x \right) & \sum Si_z \left( Si_x - \bar{S}_x \right) \\ \sum Si_x \left( Si_y - \bar{S}_y \right) & \sum Si_y \left( Si_y - \bar{S}_y \right) & \sum Si_z \left( Si_y - \bar{S}_y \right) \\ \sum Si_x \left( Si_z - \bar{S}_z \right) & \sum Si_y \left( Si_z - \bar{S}_z \right) & \sum Si_z \left( Si_z - \bar{S}_z \right) \end{bmatrix} \quad (11)$$

## 【0051】

が特異行列かそれに近い行列であるか否かを判断すればよく、具体的には上式(11)の行列式の値の絶対値  $| \det(A) |$  を計算して、零に近ければ  $P_1(S_{1x}, S_{1y}, S_{1z})$ ,  $P_2(S_{2x}, S_{2y}, S_{2z})$ ,  $P_3(S_{3x}, S_{3y}, S_{3z})$ , …は特定の平面Pの近傍に分布していると判断する。

## 【0052】

また、 $P_1(S_{1x}, S_{1y}, S_{1z})$ ,  $P_2(S_{2x}, S_{2y}, S_{2z})$ ,  $P_3(S_{3x}, S_{3y}, S_{3z})$ , …が特定の平面Pの近傍に分布しているかどうか判断するもう一つの方法として、 $P_1(S_{1x}, S_{1y}, S_{1z})$ ,  $P_2(S_{2x}, S_{2y}, S_{2z})$ ,  $P_3(S_{3x}, S_{3y}, S_{3z})$ , …から平面Pを推定し、 $P_1(S_{1x}, S_{1y}, S_{1z})$ ,  $P_2(S_{2x}, S_{2y}, S_{2z})$ ,  $P_3(S_{3x}, S_{3y}, S_{3z})$ , …から推定された平面Pまでの距離を計算し、算出された距離が所定値以下であるか否かで判断することもできる。推定する平面Pの式を

$$aS_x + bS_y + cS_z + d = 0 \quad (12)$$

$$\text{ただし、 } a^2 + b^2 + c^2 = 1 \quad (13)$$

とすれば、上式(12), (13)の各係数は次の連立一次方程式の解を算出することによって精度良く求めることができる。

## 【0053】

## 【数8】

$$\begin{bmatrix} \sum Si_x^2 & \sum Si_x Si_y & \sum Si_x Si_z & \sum Si_x \\ \sum Si_x Si_y & \sum Si_y^2 & \sum Si_y Si_z & \sum Si_y \\ \sum Si_x Si_z & \sum Si_y Si_z & \sum Si_z^2 & \sum Si_z \\ \sum Si_x & \sum Si_y & \sum Si_z & N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (14)$$

## 【0054】

また、 $P_1(S_{1x}, S_{1y}, S_{1z})$ ,  $P_2(S_{2x}, S_{2y}, S_{2z})$ ,  $P_3(S_{3x}, S_{3y}, S_{3z})$ , …から推定された平面Pまでの距離 $\epsilon$ は、例えば次式を用いて算出することができる。

## 【0055】

## 【数9】

$$\epsilon = \sqrt{\frac{1}{N} \sum (aSi_x + bSi_y + cSi_z + d)^2} \quad (15)$$

## 【0056】

そして、 $P_1(S_{1x}, S_{1y}, S_{1z})$ ,  $P_2(S_{2x}, S_{2y}, S_{2z})$ ,  $P_3(S_{3x}, S_{3y}, S_{3z})$ , …が特定の平面Pの近傍に分布していると判断された場合は、上式(7)の解の計算を行わないようにする。または上式(7)の解の計算が既に行われていた場合は算出された解を破棄し、オフセット情報の算出も行わないようとする。一方、 $P_1(S_{1x}, S_{1y}, S_{1z})$ ,  $P_2(S_{2x}, S_{2y}, S_{2z})$ ,  $P_3(S_{3x}, S_{3y}, S_{3z})$ , …が特定の平面Pの近傍に分布していると判断されない場合は、上式(7)の解を計算して基準点OPを推定し、その座標値からオフセットCx, CyおよびCzを得る。

## 【0057】

これによって、データ取得期間中に方位角計測装置の向きが任意に変化せず、特定方向の軸に対する姿勢を一定に保ったまま変化した場合に誤ったオフセット情報を取得してしまう問題を防ぐことができる。

#### 【0058】

なお、P1 (S1x, S1y, S1z), P2 (S2x, S2y, S2z), P3 (S3x, S3y, S3z), …が特定の平面Pの近傍に分布していると判断された場合は、方位角計測装置1の表示部に警報を表示してもよい。これによって、方位角計測装置1の使用者は、Sx, Sy, Szの取得において方位角計測装置1の向きを変化させる操作が不適切であったことを知ることができる。

#### 【0059】

図8は、本発明の第1実施形態において誤ったオフセット情報の取得を回避する方法を示すフローチャートである。

図8において、データバッファ部18は、地磁気測定データSx, Sy, Szを取得しバッファに入れる。なお、ノイズの混入等により取得した地磁気測定データSx, Sy, Szが不適切と見なされる場合は、取得した地磁気測定データSx, Sy, Szをバッファに入れなくてよい。(ステップS11)

#### 【0060】

次に、データバッファ部18に保持されている地磁気測定データSx, Sy, Szが、所定のデータ取得数Nに達しているかを判断する。(ステップS12)

データバッファ部18に保持されている地磁気測定データSx, Sy, Szが所定のデータ取得数Nに達していない場合は、ステップS11に戻る。

#### 【0061】

一方、データバッファ部18に保持されている地磁気測定データSx, Sy, Szが所定のデータ取得数Nに達している場合は、データ処理部19は、データバッファ部18から地磁気測定データSx, Sy, Szを所定のデータ取得数Nだけ読み出し、読み出した個々のデータP1 (S1x, S1y, S1z), P2 (S2x, S2y, S2z), P3 (S3x, S3y, S3z), …が特定の平面Pの近傍に分布しているかどうか判断する。なお、データバッファ部18から地磁気測定データSx, Sy, Szを所定のデータ取得数Nだけ読み出した後は、状況に応じてデータバッファ部18に保持されている地磁気測定データSx, Sy, Szのうち最も古いデータのみをクリアしてもよいし、読み出した数だけクリアしてもよい。(ステップS13)

#### 【0062】

P1 (S1x, S1y, S1z), P2 (S2x, S2y, S2z), P3 (S3x, S3y, S3z), …が特定の平面Pの近傍に分布していると判断される場合は、基準点OPの座標Cx, Cy, Czの推定を中止する。なお、状況に応じてデータバッファ部18に保持されている地磁気測定データSx, Sy, Szをクリアしてもよい。(ステップS14)

#### 【0063】

一方、P1 (S1x, S1y, S1z), P2 (S2x, S2y, S2z), P3 (S3x, S3y, S3z), …が特定の平面Pの近傍に分布していると判断されない場合は、個々のデータP1 (S1x, S1y, S1z), P2 (S2x, S2y, S2z), P3 (S3x, S3y, S3z), …からの距離のばらつきが最小になるような基準点OPの座標Cx, Cy, Czを推定する。(ステップS15)

#### 【0064】

そして、基準点OPの座標Cx, Cy, Czを地磁気測定データSx, Sy, Szのオフセットとしてオフセット情報記憶部20に記憶させる。なお、ノイズの混入や環境磁場の存在等により推定した基準点OPの座標Cx, Cy, Czが不適切と見なされる場合は、推定した基準点OPの座標Cx, Cy, Czをオフセット情報記憶部20に記憶せなかつたり、状況に応じてデータバッファ部18に保持されている地磁気測定データSx, Sy, Szをクリアしてもよい。(ステップS16)

## 【0065】

(第2の実施形態)

図9は、本発明の第2実施形態においてオフセット情報を取得する方法の概念を説明する図である。

第1実施形態と重複する部分は説明を省略する。

## 【0066】

$P_1(S_{1x}, S_{1y}, S_{1z})$ ,  $P_2(S_{2x}, S_{2y}, S_{2z})$ ,  $P_3(S_{3x}, S_{3y}, S_{3z})$ , …が特定の平面Pの近傍に分布していると判断された場合は、特定の平面Pの推定を行う。平面Pの推定方法は第1実施形態において記載されている方法と同様であるので説明を省略する。

## 【0067】

次に  $P_1(S_{1x}, S_{1y}, S_{1z})$ ,  $P_2(S_{2x}, S_{2y}, S_{2z})$ ,  $P_3(S_{3x}, S_{3y}, S_{3z})$ , …を推定された平面Pへ投影し、平面P上において投影された  $P_1(S_{1x}, S_{1y}, S_{1z})$ ,  $P_2(S_{2x}, S_{2y}, S_{2z})$ ,  $P_3(S_{3x}, S_{3y}, S_{3z})$ , …に対する距離のばらつきが最小になるような位置を統計的手法によって算出し仮基準点OCとする。具体的には、仮基準点OCの座標値  $OC_x$ ,  $OC_y$ ,  $OC_z$  に関する次式に示すような連立一次方程式の解を計算することにより、計算時間の増大を抑えつつ精度良く仮基準点OCを推定することができる。

## 【0068】

【数10】

$$\begin{aligned} & \left[ \begin{array}{ccc} \sum Si_x^2 - \frac{1}{N} (\sum Si_x)^2 & \sum Si_x Si_y - \frac{1}{N} \sum Si_x \sum Si_y & \sum Si_x Si_z - \frac{1}{N} \sum Si_x \sum Si_z \\ \sum Si_x Si_y - \frac{1}{N} \sum Si_x \sum Si_y & \sum Si_y^2 - \frac{1}{N} (\sum Si_y)^2 & \sum Si_y Si_z - \frac{1}{N} \sum Si_y \sum Si_z \\ \sum Si_x Si_z - \frac{1}{N} \sum Si_x \sum Si_z & \sum Si_y Si_z - \frac{1}{N} \sum Si_y \sum Si_z & \sum Si_z^2 - \frac{1}{N} (\sum Si_z)^2 \end{array} \right] \begin{bmatrix} OC_x \\ OC_y \\ OC_z \end{bmatrix} \\ & = \frac{1}{2} \left[ \begin{array}{c} \sum Si_x \{ Si_x^2 + Si_y^2 + Si_z^2 + (aSi_x + bSi_y + cSi_z + d)^2 \} \\ - \frac{1}{N} \sum Si_x \sum \{ Si_x^2 + Si_y^2 + Si_z^2 + (aSi_x + bSi_y + cSi_z + d)^2 \} \\ \sum Si_y \{ Si_x^2 + Si_y^2 + Si_z^2 + (aSi_x + bSi_y + cSi_z + d)^2 \} \\ - \frac{1}{N} \sum Si_y \sum \{ Si_x^2 + Si_y^2 + Si_z^2 + (aSi_x + bSi_y + cSi_z + d)^2 \} \\ \sum Si_z \{ Si_x^2 + Si_y^2 + Si_z^2 + (aSi_x + bSi_y + cSi_z + d)^2 \} \\ - \frac{1}{N} \sum Si_z \sum \{ Si_x^2 + Si_y^2 + Si_z^2 + (aSi_x + bSi_y + cSi_z + d)^2 \} \end{array} \right] \quad (16) \end{aligned}$$

## 【0069】

次に仮基準点OCを補正して基準点ORとし、その座標値  $OR_x$ ,  $OR_y$ ,  $OR_z$  をそれぞれオフセット  $C_x$ ,  $C_y$ ,  $C_z$  に相当する値として得る。補正方法としては、図10に示すように仮基準点OCを通って平面Pに垂直な直線L上で、以前に推定した基準点OQに最も近い点をORとするのが適当である。

## 【0070】

また図11に示すように、次式で示されるような平面P上に投影された  $P_1(S_{1x}, S_{1y}, S_{1z})$ ,  $P_2(S_{2x}, S_{2y}, S_{2z})$ ,  $P_3(S_{3x}, S_{3y}, S_{3z})$ , …から仮基準点OCまでの距離の平均値  $r_c$

## 【0071】

【数11】

$$r_c = \sqrt{\frac{1}{N} \sum \{ (Si_x - OC_x)^2 + (Si_y - OC_y)^2 + (Si_z - OC_z)^2 + (aSi_x + bSi_y + cSi_z + d)^2 \}} \quad (17)$$

## 【0072】

を算出して平面P上における中心O C、半径 $r_c$ の円周Cを定義し、円周Cからの距離が所定値Mに等しくなる位置O R 1, O R 2のいずれかを選択して基準点O Rとしてもよい。選択方法としては、例えば、以前に推定した基準点O Qに近い方を選ぶ方法がある。なおMの値としては地磁気全磁力に相当する値を設定するのが適当である。

#### 【0073】

一方、P 1 (S 1 x, S 1 y, S 1 z), P 2 (S 2 x, S 2 y, S 2 z), P 3 (S 3 x, S 3 y, S 3 z), …が特定の平面Pの近傍に分布していると判断されない場合は、上式(7)の解を計算して基準点O Pを推定し、その座標値からオフセットC x, C yおよびC zを得る。

#### 【0074】

これによって、データ取得期間中に方位角計測装置の向きが任意に変化せず、特定方向の軸に対する姿勢を一定に保ったまま変化した場合でも、方位角計測装置の向きが任意に変化した場合に相当するオフセット情報を得ることができる。

#### 【0075】

なお、P 1 (S 1 x, S 1 y, S 1 z), P 2 (S 2 x, S 2 y, S 2 z), P 3 (S 3 x, S 3 y, S 3 z), …が特定の平面Pの近傍に分布していると判断された場合は、方位角計測装置1の表示部に警報を表示してもよい。これによって、方位角計測装置1の使用者は、S x, S y, S zの取得において方位角計測装置1の向きを変化させる操作が不適切であったことを知ることができる。

#### 【0076】

図12は、本発明の第2実施形態においてオフセット情報を取得する方法を示すフローチャートである。

図12において、データバッファ部18は、地磁気測定データS x, S y, S zを取得しバッファに入れる。なお、ノイズの混入等により取得した地磁気測定データS x, S y, S zが不適切と見なされる場合は、取得した地磁気測定データS x, S y, S zをバッファに入れなくてもよい。(ステップS 2 1)

#### 【0077】

次に、データバッファ部18に保持されている地磁気測定データS x, S y, S zが、所定のデータ取得数Nに達しているかを判断する。(ステップS 2 2)

データバッファ部18に保持されている地磁気測定データS x, S y, S zが所定のデータ取得数Nに達していない場合は、ステップS 2 1に戻る。

#### 【0078】

一方、データバッファ部18に保持されている地磁気測定データS x, S y, S zが所定のデータ取得数Nに達している場合は、データ処理部19は、データバッファ部18から地磁気測定データS x, S y, S zを所定のデータ取得数Nだけ読み出し、読み出した個々のデータP 1 (S 1 x, S 1 y, S 1 z), P 2 (S 2 x, S 2 y, S 2 z), P 3 (S 3 x, S 3 y, S 3 z), …が特定の平面Pの近傍に分布しているかどうか判断する。なお、データバッファ部18から地磁気測定データS x, S y, S zを所定のデータ取得数Nだけ読み出した後は、状況に応じてデータバッファ部18に保持されている地磁気測定データS x, S y, S zのうち最も古いデータのみをクリアしてもよいし、読み出した数だけクリアしてもよい。(ステップS 2 3)

#### 【0079】

P 1 (S 1 x, S 1 y, S 1 z), P 2 (S 2 x, S 2 y, S 2 z), P 3 (S 3 x, S 3 y, S 3 z), …が特定の平面Pの近傍に分布していると判断される場合は、特定の平面Pの推定を行う。(ステップS 2 4)

#### 【0080】

次に、P 1 (S 1 x, S 1 y, S 1 z), P 2 (S 2 x, S 2 y, S 2 z), P 3 (S 3 x, S 3 y, S 3 z), …を推定された平面Pへ投影し、平面P上において投影されたP 1 (S 1 x, S 1 y, S 1 z), P 2 (S 2 x, S 2 y, S 2 z), P 3 (S 3 x, S

$3_y, S_3_z$ ), …に対する距離のばらつきが最小になるような仮基準点OCの座標 $O_x, O_y, O_z$ を推定する。(ステップS25)

次に、仮基準点OCの座標 $O_x, O_y, O_z$ を補正して基準点ORとし、その座標値 $O_R_x, O_R_y, O_R_z$ を算出する(ステップS26)

#### 【0081】

そして、基準点ORの座標 $O_R_x, O_R_y, O_R_z$ を地磁気測定データ $S_x, S_y, S_z$ のオフセットとしてオフセット情報記憶部20に記憶させる。なお、ノイズの混入や環境磁場の存在等により推定した基準点ORの座標 $O_R_x, O_R_y, O_R_z$ が不適切と見なされる場合は、推定した基準点ORの座標 $O_R_x, O_R_y, O_R_z$ をオフセット情報記憶部20に記憶させなかったり、状況に応じてデータバッファ部18に保持されている地磁気測定データ $S_x, S_y, S_z$ をクリアしてもよい。(ステップS27)

#### 【0082】

一方、P1( $S_1_x, S_1_y, S_1_z$ ), P2( $S_2_x, S_2_y, S_2_z$ ), P3( $S_3_x, S_3_y, S_3_z$ ), …が特定の平面Pの近傍に分布していると判断されない場合は、個々のデータP1( $S_1_x, S_1_y, S_1_z$ ), P2( $S_2_x, S_2_y, S_2_z$ ), P3( $S_3_x, S_3_y, S_3_z$ ), …からの距離のばらつきが最小になるような基準点OPの座標 $C_x, C_y, C_z$ を推定する。(ステップS28)

#### 【0083】

そして、基準点OPの座標 $C_x, C_y, C_z$ を地磁気測定データ $S_x, S_y, S_z$ のオフセットとしてオフセット情報記憶部20に記憶させる。なお、ノイズの混入や環境磁場の存在等により推定した基準点OPの座標 $C_x, C_y, C_z$ が不適切と見なされる場合は、推定した基準点OPの座標 $C_x, C_y, C_z$ をオフセット情報記憶部20に記憶させなかったり、状況に応じてデータバッファ部18に保持されている地磁気測定データ $S_x, S_y, S_z$ をクリアしてもよい。(ステップS29)

#### 【0084】

##### (第3の実施形態)

図13は、本発明の第3実施形態において方位角計測装置の設置状況を説明する図である。

図13において、方位角計測装置1は自動車22に設置され、垂直方向軸Vに対して傾斜角 $\alpha$ で固定される。方位角計測装置1の向きの変化は自動車22の移動によって成される。このため垂直方向軸Vに対する方位角計測装置1の姿勢は傾斜角 $\alpha$ で一定に保たれる。

#### 【0085】

図14は、本発明の第3実施形態においてオフセット情報を取得する方法の概念を説明する図である。

図14において、方位角計測装置1の向きを変化させ、その間にx軸地磁気測定データ $S_x$ 、y軸地磁気測定データ $S_y$ およびz軸地磁気測定データ $S_z$ を所定のデータ取得数Nまで繰り返し取得する。

#### 【0086】

そして、繰り返し取得された $S_x, S_y, S_z$ の個々のデータをそれぞれP1( $S_1_x, S_1_y, S_1_z$ ), P2( $S_2_x, S_2_y, S_2_z$ ), P3( $S_3_x, S_3_y, S_3_z$ ), …とし、図14に示すように、 $S_x, S_y, S_z$ の値を各軸の方向成分とする3次元空間上に配置する。

#### 【0087】

このとき、方位角計測装置1の姿勢は垂直方向軸Vに対して一定に保たれているため、P1( $S_1_x, S_1_y, S_1_z$ ), P2( $S_2_x, S_2_y, S_2_z$ ), P3( $S_3_x, S_3_y, S_3_z$ ), …は特定の平面Pの近傍に分布する。このため上式(7)の解を計算して基準点OPを推定し、その座標値からオフセット $C_x, C_y$ および $C_z$ を得ることは可能である。そこで、以下の手順によりオフセット $C_x, C_y, C_z$ に相当する値を得る。

#### 【0088】

まず、特定の平面Pの推定を行う。平面Pの推定方法は第1実施形態において記載されている方法と同様であるので説明を省略する。

次にP1(S1x, S1y, S1z), P2(S2x, S2y, S2z), P3(S3x, S3y, S3z), …を推定された平面Pへ投影し、平面P上において投影されたP1(S1x, S1y, S1z), P2(S2x, S2y, S2z), P3(S3x, S3y, S3z), …に対する距離のばらつきが最小になるような位置を統計的手法によって算出し仮基準点OCとする。具体的な方法は第2実施形態において記載されている方法と同様であるので説明を省略する。

#### 【0089】

次に仮基準点OCを補正して基準点ORとし、その座標値ORx, ORy, ORzをそれぞれオフセットCx, Cy, Czに相当する値として得る。具体的な補正方法は第2実施形態において記載されている方法と同様であるので説明を省略する。

#### 【0090】

これによって、方位角計測装置が自動車等の移動物体に設置され、方位角計測装置の向きが特定方向の軸に対する姿勢を一定に保ったまま変化するような場合でも、方位角計測装置の向きが任意に変化した場合に相当するオフセット情報を得ることができる。

#### 【0091】

図15は、本発明の第3実施形態においてオフセット情報を取得する方法を示すフローチャートである。

図15において、データバッファ部18は、地磁気測定データSx, Sy, Szを取得しバッファに入れる。なお、ノイズの混入等により取得した地磁気測定データSx, Sy, Szが不適切と見なされる場合は、取得した地磁気測定データSx, Sy, Szをバッファに入れなくてもよい。(ステップS31)

#### 【0092】

次に、データバッファ部18に保持されている地磁気測定データSx, Sy, Szが、所定のデータ取得数Nに達しているかを判断する。(ステップS32)

データバッファ部18に保持されている地磁気測定データSx, Sy, Szが所定のデータ取得数Nに達していない場合は、ステップS31に戻る。

#### 【0093】

一方、データバッファ部18に保持されている地磁気測定データSx, Sy, Szが所定のデータ取得数Nに達している場合は、データ処理部19は、データバッファ部18から地磁気測定データSx, Sy, Szを所定のデータ取得数Nだけ読み出し、読み出した個々のデータP1(S1x, S1y, S1z), P2(S2x, S2y, S2z), P3(S3x, S3y, S3z), …が近傍に分布する特定の平面Pの推定を行う。なお、データバッファ部18から地磁気測定データSx, Sy, Szを所定のデータ取得数Nだけ読み出した後は、状況に応じてデータバッファ部18に保持されている地磁気測定データSx, Sy, Szのうち最も古いデータのみをクリアしてもよいし、読み出した数だけクリアしてもよい。(ステップS33)

#### 【0094】

次に、P1(S1x, S1y, S1z), P2(S2x, S2y, S2z), P3(S3x, S3y, S3z), …を推定された平面Pへ投影し、平面P上において投影されたP1(S1x, S1y, S1z), P2(S2x, S2y, S2z), P3(S3x, S3y, S3z), …に対する距離のばらつきが最小になるような仮基準点OCの座標OCx, OCy, OCzを推定する。(ステップS34)

次に、仮基準点OCの座標OCx, OCy, OCzを補正して基準点ORとし、その座標値ORx, ORy, ORzを算出する(ステップS35)

#### 【0095】

そして、基準点ORの座標ORx, ORy, ORzを地磁気測定データSx, Sy, Szのオフセットとしてオフセット情報記憶部20に記憶させる。なお、ノイズの混入や環境磁場の存在等により推定した基準点ORの座標ORx, ORy, ORzが不適切と見な

される場合は、推定した基準点ORの座標OR<sub>x</sub>, OR<sub>y</sub>, OR<sub>z</sub>をオフセット情報記憶部20に記憶させなかったり、状況に応じてデータバッファ部18に保持されている地磁気測定データS<sub>x</sub>, S<sub>y</sub>, S<sub>z</sub>をクリアしてもよい。（ステップS36）

#### 【産業上の利用可能性】

##### 【0096】

地磁気検出方式による方位角計測装置では、磁気センサの周辺にスピーカなどの着磁された部品が配置された場合、着磁された部品から漏れる磁場によって磁気センサの出力にオフセットが発生する。従って、オフセットによって方位角の計算に誤差が生じることを防ぐために、オフセットのキャリブレーションを行うことが必要である。

##### 【0097】

本発明は、このキャリブレーションを行うために必要なオフセット情報の取得を、様々な状況において簡単に行うことのできる方位角計測装置を提供する。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【0098】

【図1】本発明の一実施形態に係る方位角計測装置における磁気センサの取付構造を示す透視図である。

【図2】本発明の一実施形態に係る方位角計測装置の構成を示すブロック図である。

【図3】従来の方位角計測装置においてオフセット情報を取得する方法の概念を説明する図である。

【図4】従来の方位角計測装置においてオフセット情報を取得する方法を示すフローチャートである。

【図5】本発明に係る特定方向の軸Wに対する姿勢を一定に保つ磁気センサを示す図である。

【図6】従来の方位角計測装置における課題を説明する図である。

【図7】本発明の一実施形態に係る誤ったオフセット情報の取得を回避する方法の概念を説明する図である。

【図8】本発明の一実施形態に係る誤ったオフセット情報の取得を回避する方法を示すフローチャートである。

【図9】本発明の一実施形態に係るオフセット情報を取得する方法の概念を説明する図である。

【図10】本発明の一実施形態に係るオフセット情報を取得する方法の概念を説明する図である。

【図11】本発明の一実施形態に係るオフセット情報を取得する方法の概念を説明する図である。

【図12】本発明の一実施形態に係るオフセット情報を取得する方法を示すフローチャートである。

【図13】本発明の一実施形態に係る方位角計測装置の設置状況を説明する図である。

。

【図14】本発明の一実施形態に係るオフセット情報を取得する方法の概念を説明する図である。

【図15】本発明の一実施形態に係るオフセット情報を取得する方法を示すフローチャートである。

#### 【符号の説明】

##### 【0099】

1 方位角計測装置

1 1 3軸磁気センサ

1 2 磁気センサ駆動電源部

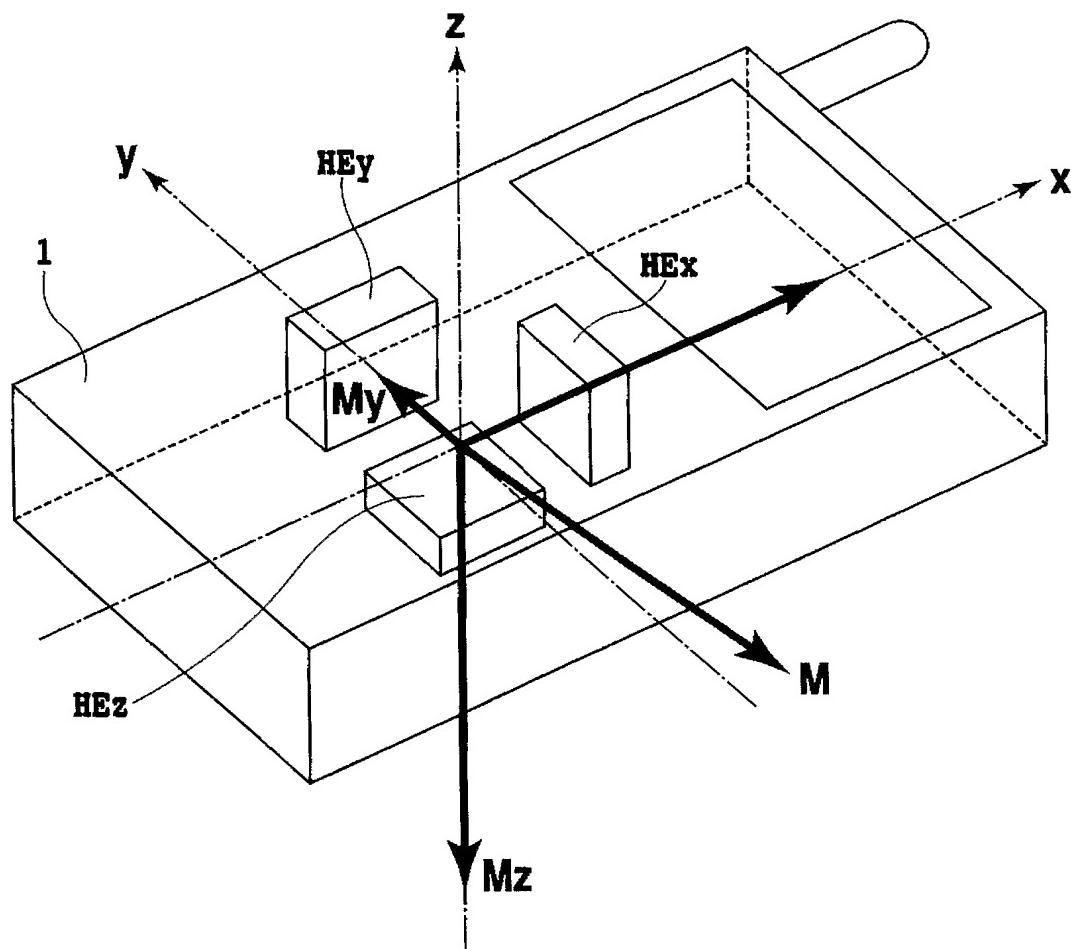
1 3 マルチプレクサ部

1 4 増幅部

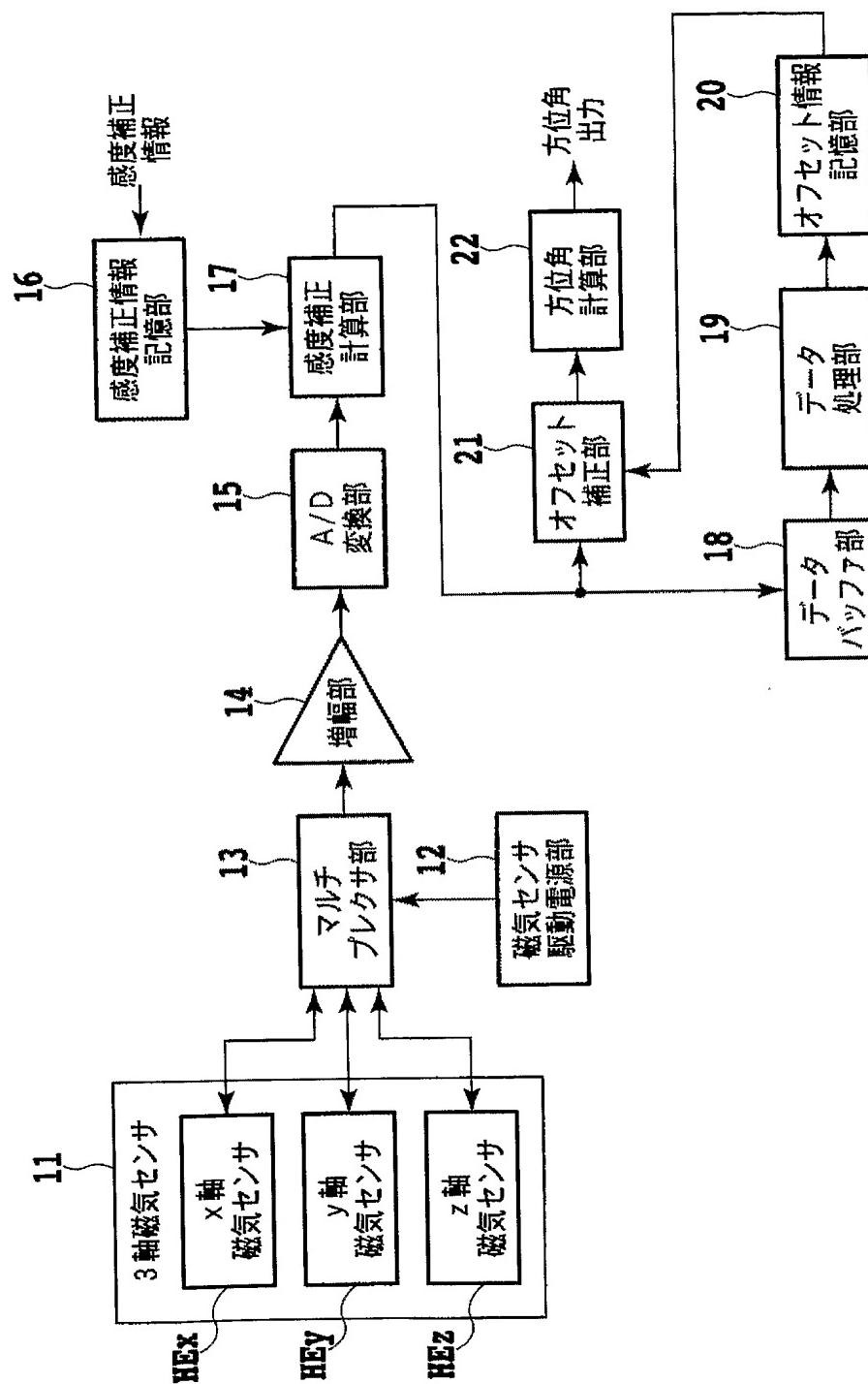
1 5 A/D変換部

- 1 6 感度補正情報記憶部
- 1 7 感度補正部
- 1 8 データバッファ部
- 1 9 データ処理部
- 2 0 オフセット情報記憶部
- 2 1 オフセット補正部
- 2 2 方位角計算部

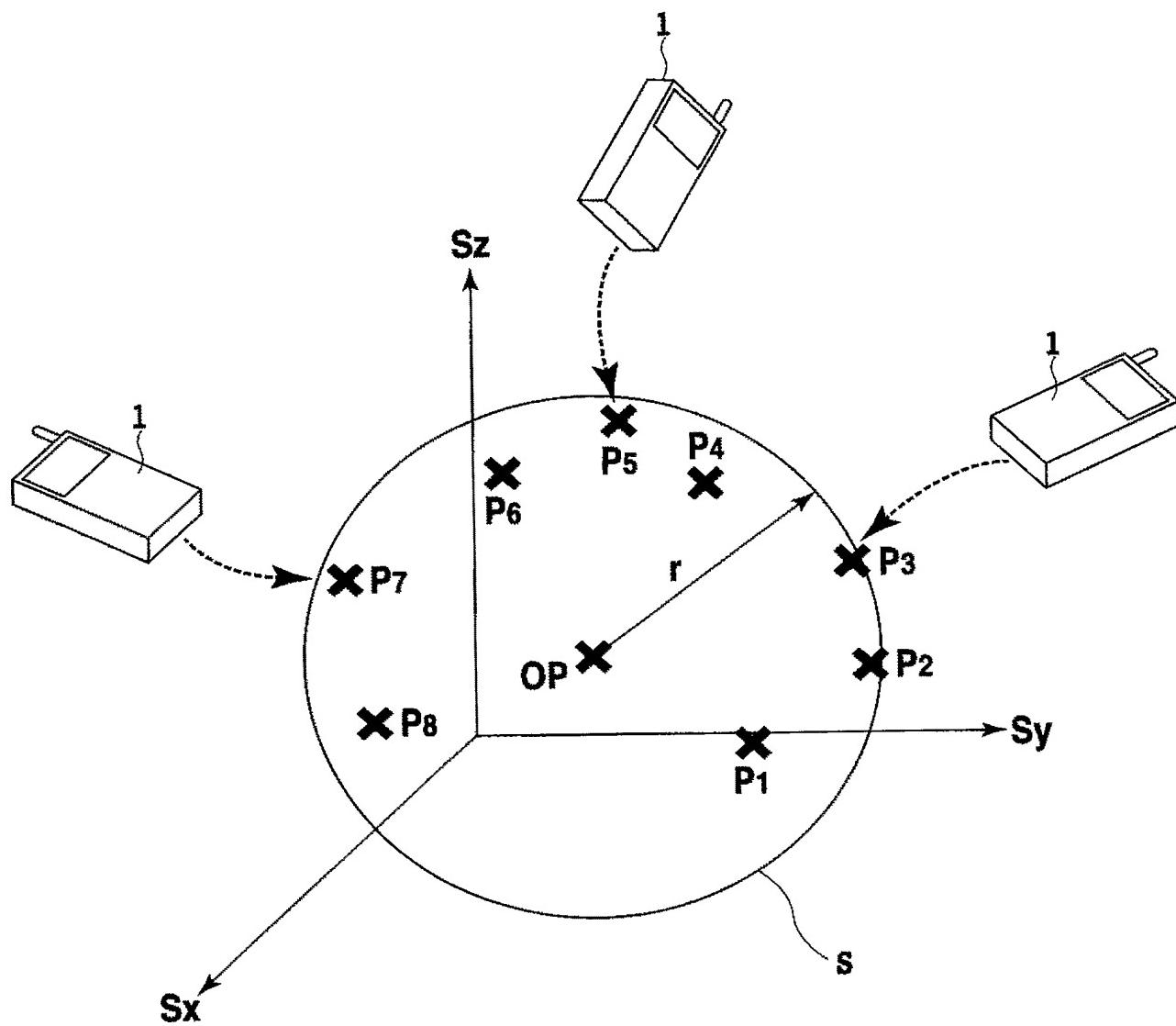
【書類名】 図面  
【図 1】



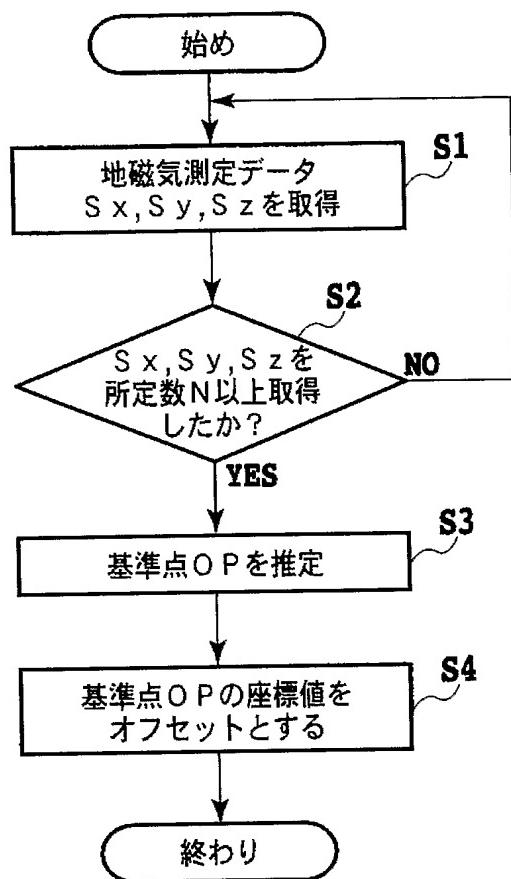
【図 2】



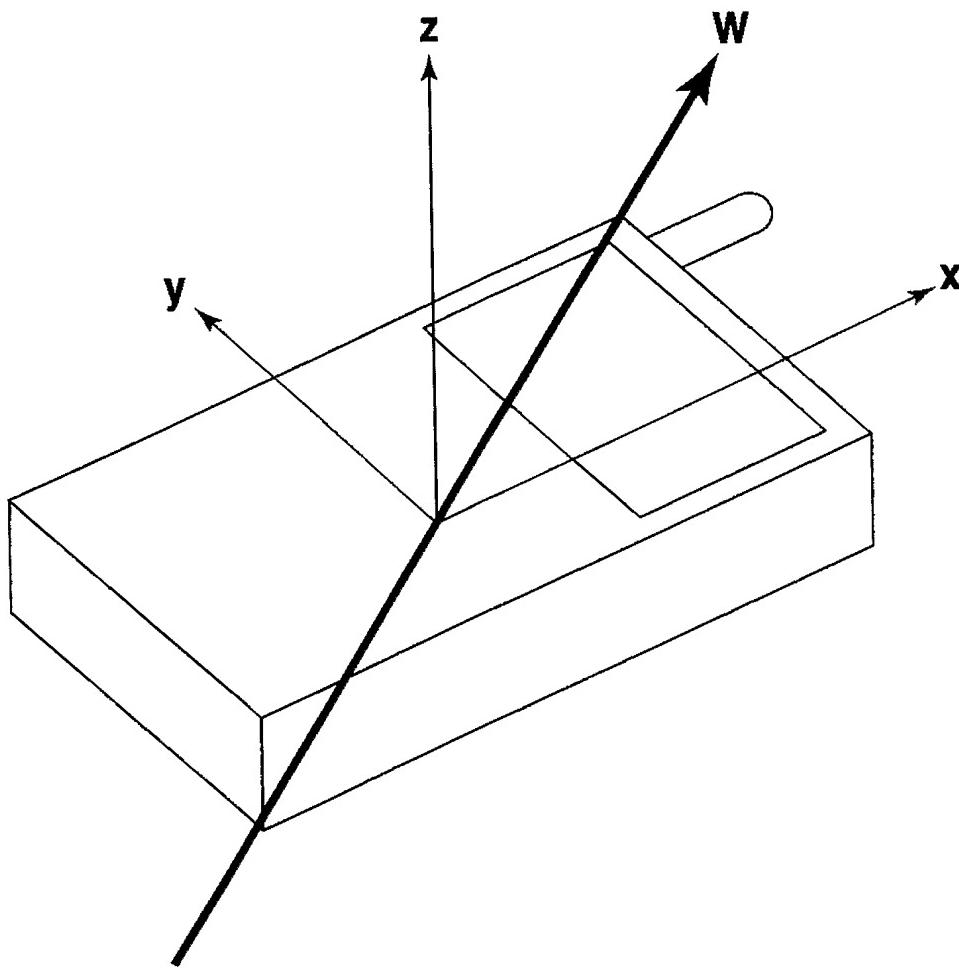
【図3】



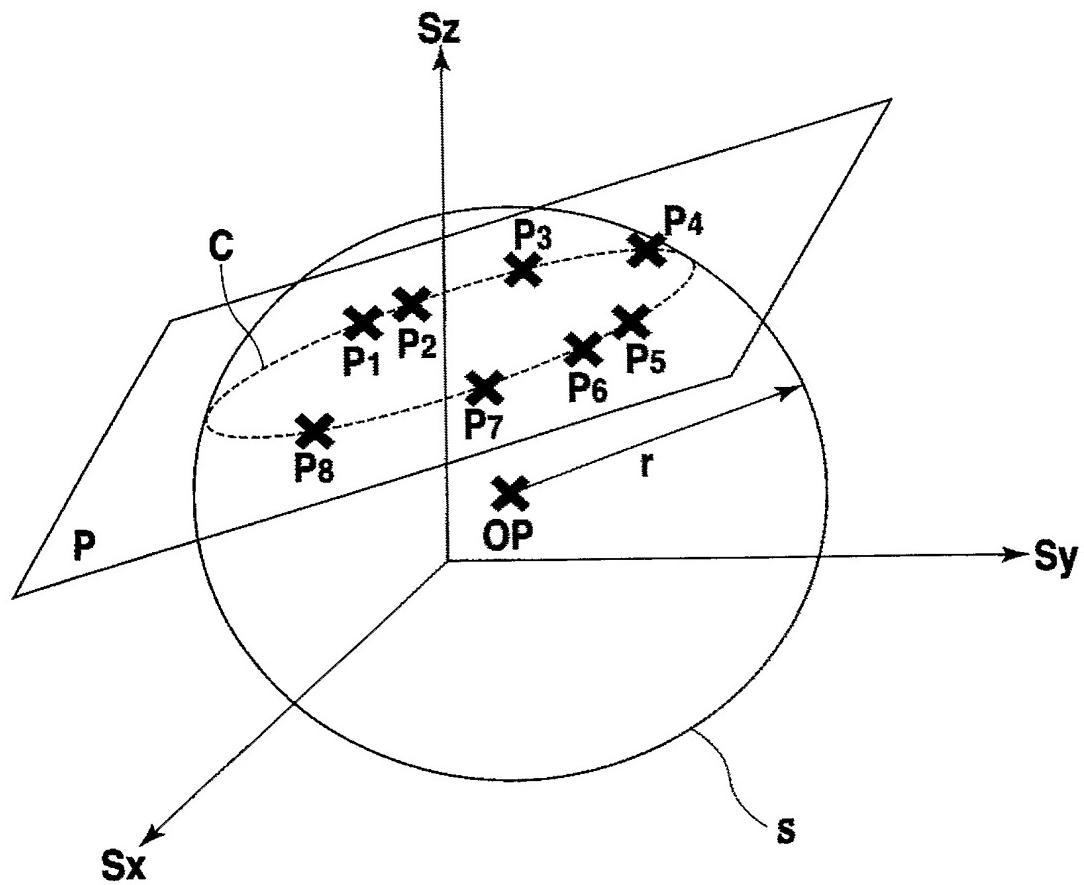
【図 4】



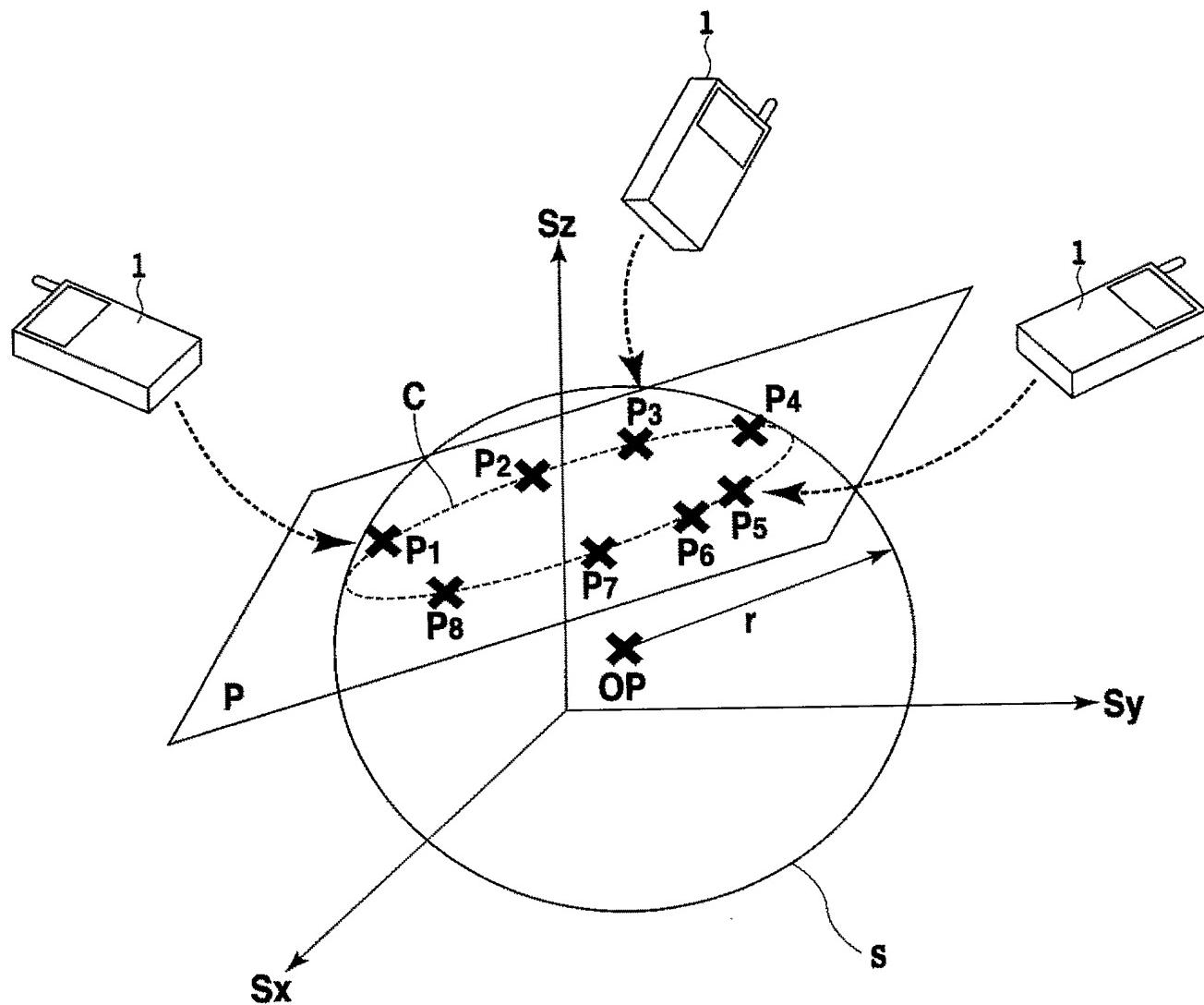
【図5】



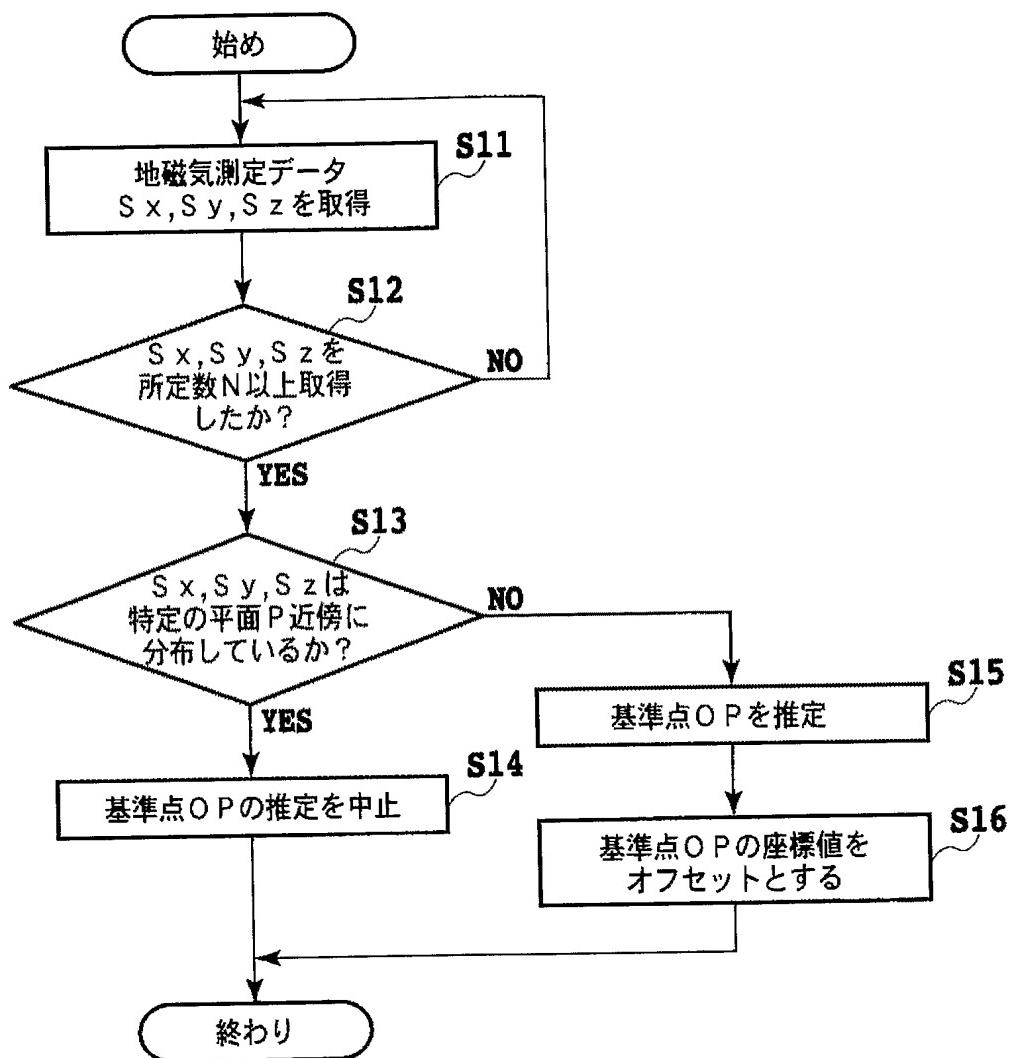
【図 6】



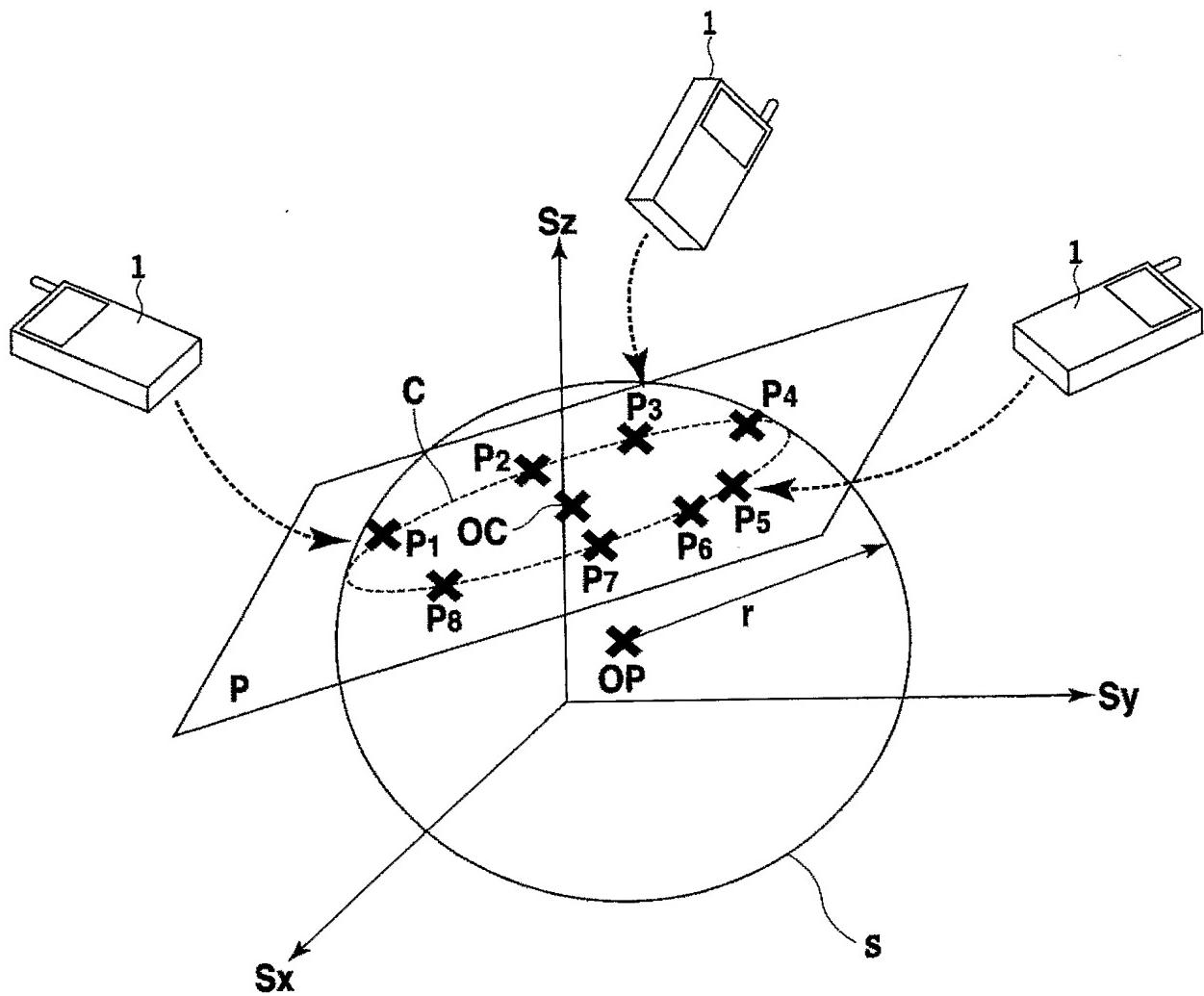
【図 7】



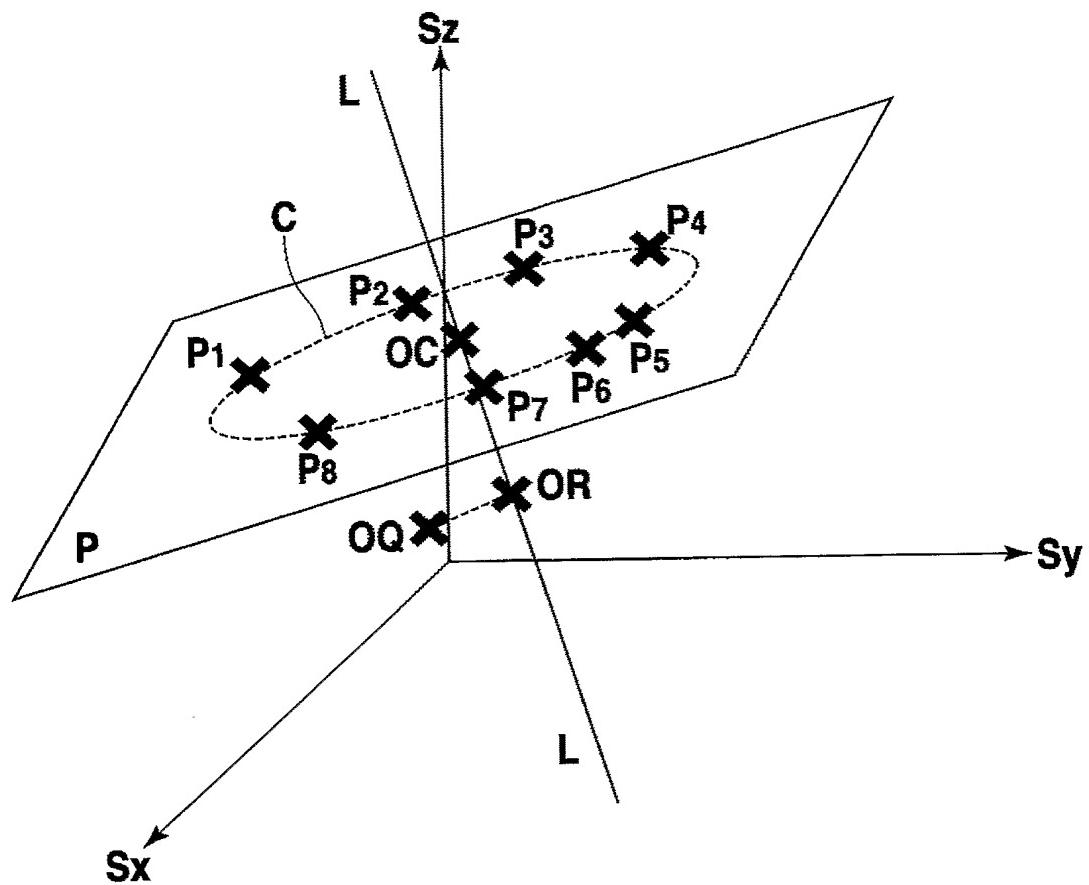
【図 8】



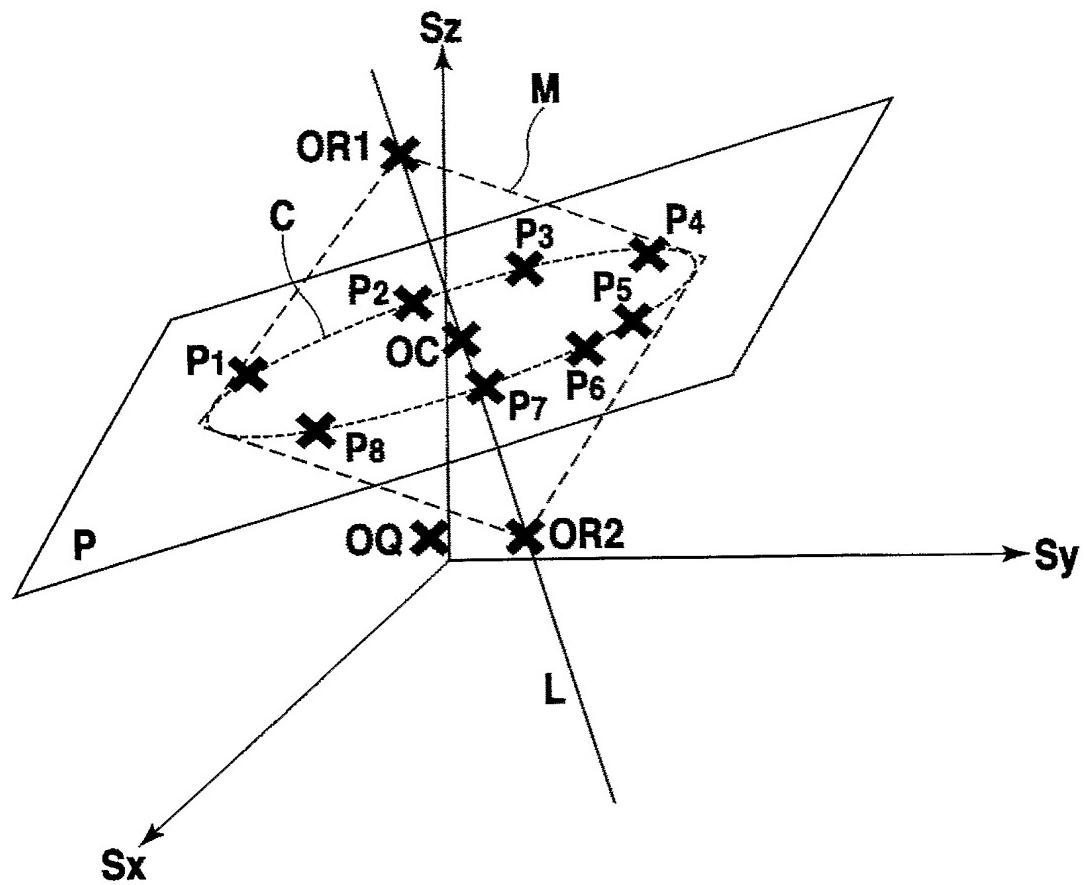
【図 9】



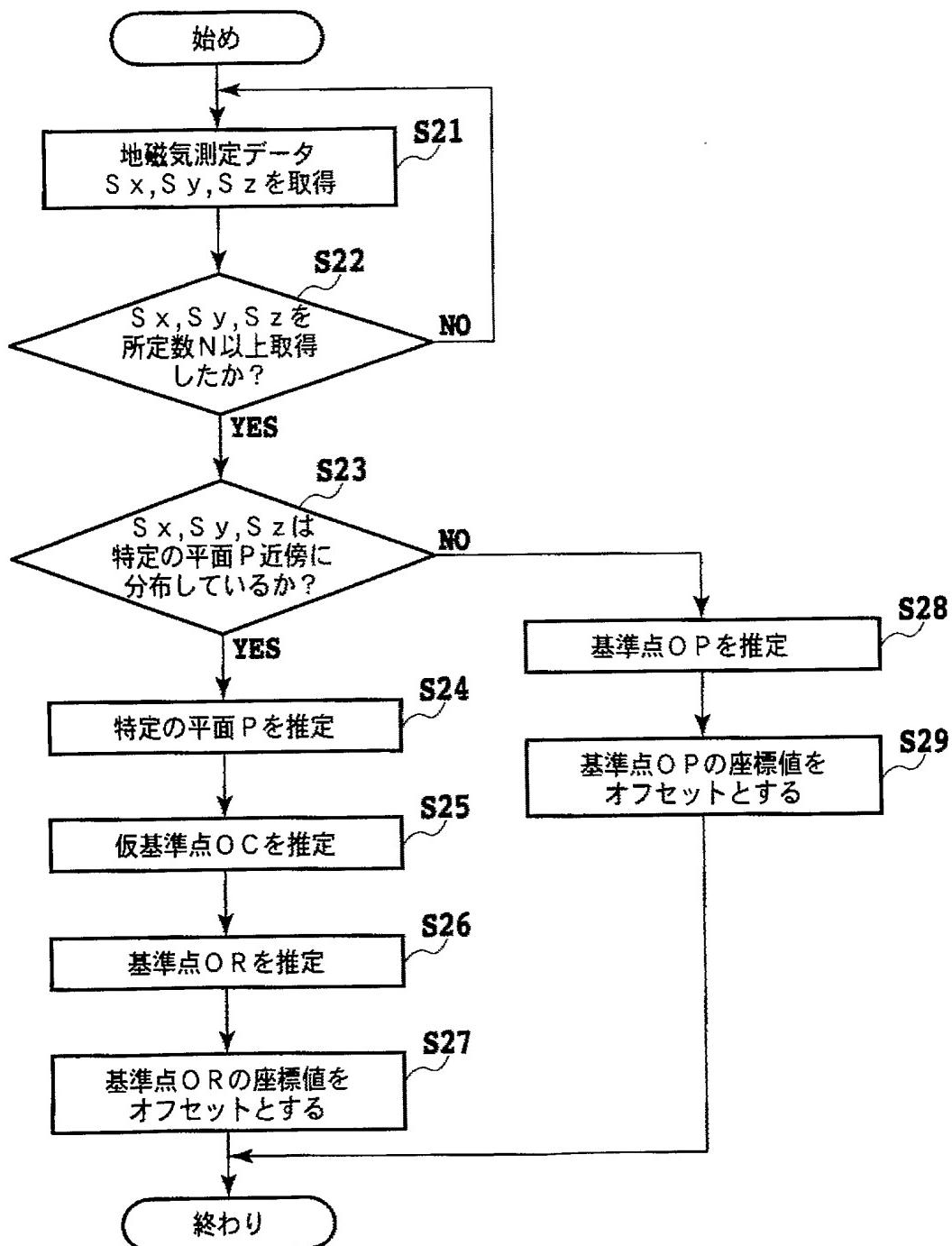
【図10】



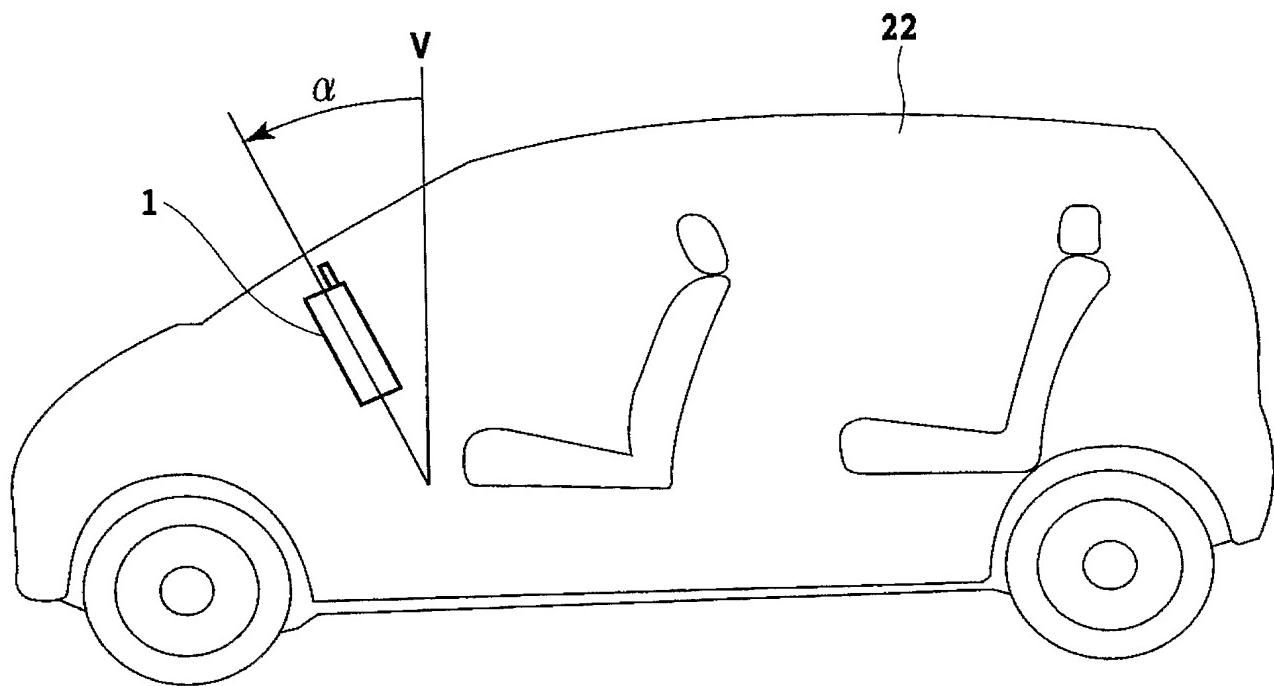
【図 11】



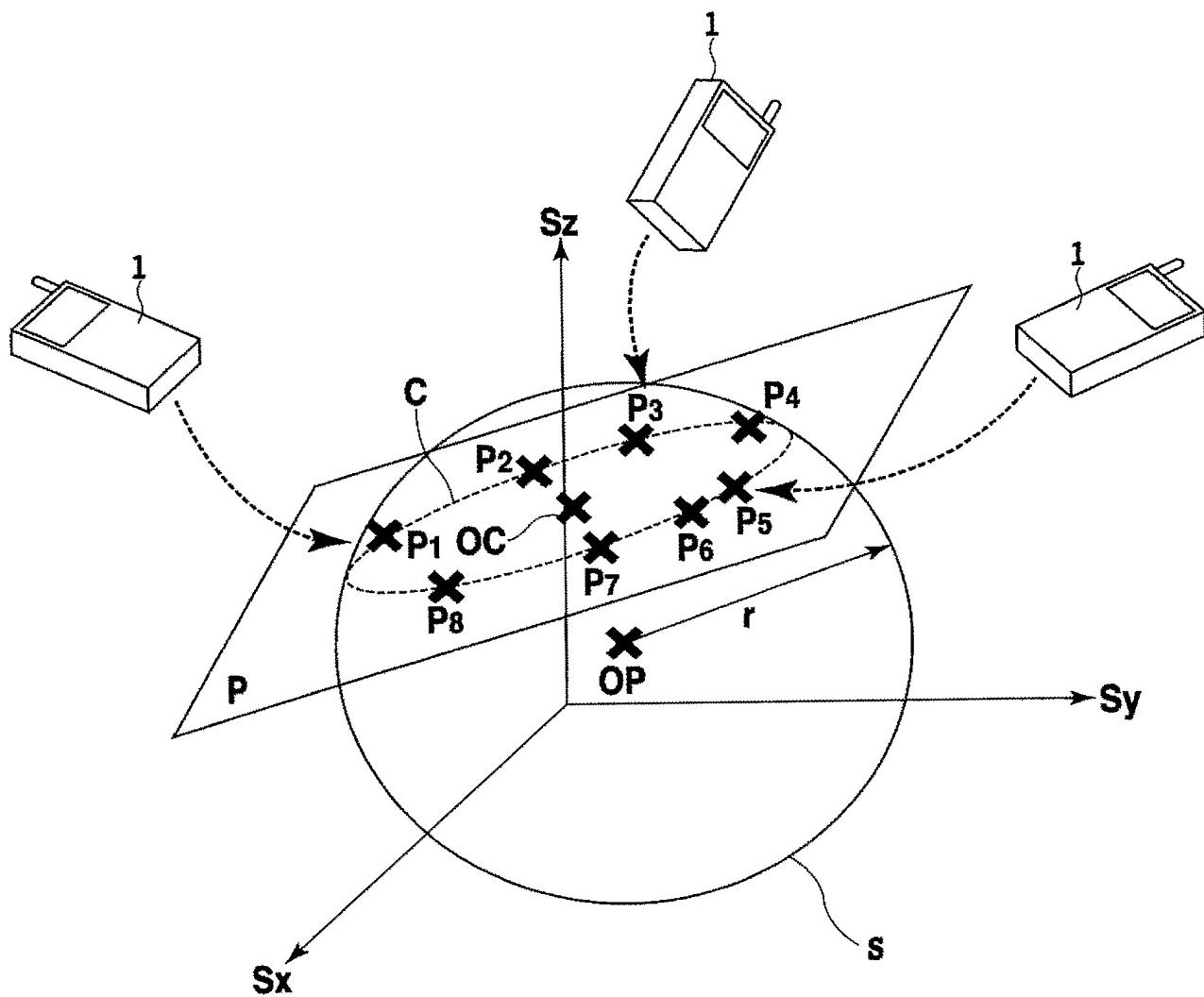
【図12】



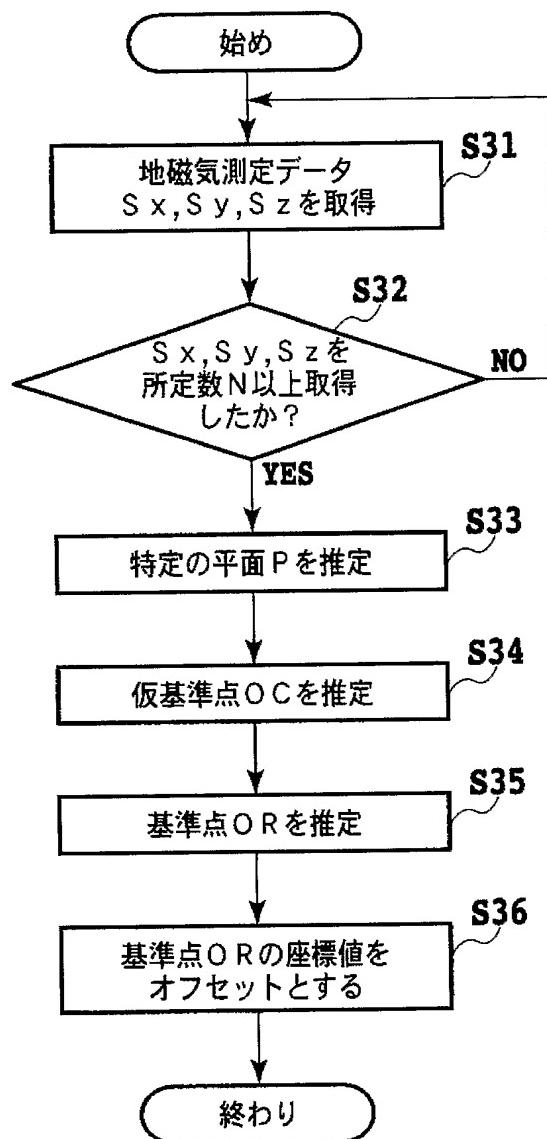
【図13】



【図 14】



【図 15】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 特定方向に姿勢を一定に保ったまま変化させた場合、誤ったオフセット情報を取得せず、任意の方向に変化させた場合には、相当するオフセット情報を得ることができるように方位角計測装置を提供する。

【解決手段】 地磁気を検出する3軸のセンサからのデータをデータ処理部19で処理する。処理部19では、地磁気の向きが3次元空間で変化した時の3軸出力データを所定回数以上繰り返して取得し、3軸出力データを各軸方向成分とする3次元座標上で、3軸出力データ群からの距離のばらつきが最小になるような位置の座標を統計的手法により推定し基準点とし、基準点の座標に基づいて、3軸出力データのオフセット情報を算出し、3軸出力データ群が特定の平面近傍に分布しているかどうかを判断し、3軸出力データ群が特定の平面近傍に分布していると判断された場合は、基準点の座標の推定を行わないか、推定された基準点の座標を破棄する処理を行う。

【選択図】 図8

特願 2003-425734

## 出願人履歴情報

識別番号

[303046277]

1. 変更年月日 2003年10月31日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都新宿区西新宿一丁目23番7号  
氏 名 旭化成エレクトロニクス株式会社